

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

#3
D. G.

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

3-12-02

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 1月24日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-016085

出 願 人
Applicant(s):

日本電気株式会社



2001年11月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3100143

【書類名】 特許願

【整理番号】 74112347

【提出日】 平成13年 1月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 小場 文博

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100065385

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山下 穰平

 【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 010700

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9001713

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子ビーム転写用マスク

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一括転写領域を、半導体基板全面上でパターン密度が平均化されるように配列することを特徴とする電子ビーム転写用マスク。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の電子ビーム転写用マスクは、ステンシルマスクである電子ビーム転写用マスク。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の電子ビーム転写用マスクは、メンブレンマスクである電子ビーム転写用マスク。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電子ビーム転写用マスクは、部分一括電子ビーム露光用マスクである電子ビーム転写用マスク。

【請求項 5】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電子ビーム転写用マスクは、電子ビーム・プロジェクション・リソグラフィ用マスクである電子ビーム転写用マスク。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム転写用マスクに関するものであり、特に、一括転写領域をウエハ全面上において配列する電子ビーム転写用マスク（（Electron-Beam、略して E B）露光用マスク）に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、集積回路装置の高密度化に伴って、集積回路を形成する半導体素子や配線を形成するための超微細加工が要求され、それを実現するための手法の開発が課題となっている。

【 0 0 0 3 】

例えば、線幅 0. 1 μ m 以下の微細パターンを形成するためには、レジスト膜を露光する際、電子ビームを用いて微細なパターニングを行うという技術がある。

【 0 0 0 4 】

電子ビームは、物質波としての波長が他の露光技術と比較して非常に短く、回折収差が無視できるほど小さいため本質的に高い解像度を有する。しかし、電子ビーム露光技術（E B 直描）では、数 μm 程度の大きさの矩形に成形した電子ビームでパターンを直接塗りつぶしながら描画していくため、スループットの低いことが欠点である。この方法は可変成形電子ビーム露光方式と呼ばれる。

【 0 0 0 5 】

このスループットの低さを解消するため、現在では、部分一括電子ビーム露光（セルプロジェクション、もしくはブロック露光とも呼ばれる。）という技術が実用化されている。この部分一括電子ビーム露光技術については、例えば特開平 7 - 1 6 1 6 0 5 号公報等において記載されている。

【 0 0 0 6 】

この部分一括電子ビーム露光技術とは、デバイスパターン中に繰り返し存在するパターンを膜厚 2 0 μm 程度の S i に開口形成したステンシル型電子ビームマスク（S i ステンシルマスク、アパチャ、部分一括マスク、セルプロジェクションマスク、ブロックマスクとも呼ばれる。）を用いて、数 μm 角の面積パターンを一度に転写するものである。これにより、電子ビームのショット数が従来の E B 直描技術から大幅に低減され、スループット向上が達成できる。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、この部分一括電子ビーム露光方式でも、デバイスパターン中における繰り返し性のないパターンについては、やはり数 μm 程度の大きさの矩形に成形した電子ビームでパターンを直接塗りつぶしながら描画（可変成形電子ビーム露光方式）していくことになり、デバイス量産化を考えるとさらなるスループット向上が求められる。

【 0 0 0 8 】

そこで近年、部分一括電子ビーム露光方式よりも飛躍的に高スループットを狙う電子ビーム露光方式として、一個の半導体チップ全体の回路パターンを備えたマスクを準備し、そのマスクのある範囲に電子ビームを照射し、その照射範囲のパターンの像を投射レンズにより縮小転写する電子線縮小転写装置が提案されて

いる。この技術は電子ビーム・プロジェクション・リソグラフィ (Electron Beam Projection Lithography; 略して EPL という。) と一般的に呼ばれている。この EPL 技術については、例えば、特開 2000-58446 号公報等において記載されている。

【0009】

従来用いられてきた可変成形方法や部分一括露光方式では、一度に転写する領域が $5\mu\text{m}$ 角程度と小さかった。しかし上記の EPL 技術では、 $250\mu\text{m}$ 角程度とかなり大きくなっており、これによりスループットが大幅に向上する。

【0010】

上記の部分一括電子ビーム露光技術や EPL 技術では、マスクを用いることになるのであるが、このマスクの製造時、及び電子ビーム照射時において、許容できないマスクの反り、歪みが生じ、パターンの位置精度が劣化するという問題がある。

【0011】

図 4 に、従来の EPL (電子ビーム・プロジェクション・リソグラフィ) 用マスクの模式図を示す。

【0012】

まず、最終的に描画したいパターンを準備したとき、それは通常、図 4 (a) に示すように、そのパターン密度は一様ではなく、偏って存在している。ここでは、パターン密度が高い領域 41 (斜線領域)、及びパターン密度の低い領域 42 (白色領域) がそれぞれ図 4 (a) のように分布しているとする。

【0013】

次に、マスク上における一括転写領域が 1mm^2 とすると、図 4 (b) に示すように、描画パターンを 1mm^2 に分割する。

【0014】

最後に、 1mm^2 の一括転写領域を 8 インチシリコンウエハ 43 上に配列するときに、通常は図 4 (c) に示すように、ある一括転写領域から次に転写する一括転写領域までの移動距離、すなわち移動時間を短くするように配列する。よって、できるだけ元の描画パターンの隣接関係を崩さないように配列することが多

い。

【 0 0 1 5 】

その結果、8インチウエハ全面でパターン密度の偏りが存在することとなり、その部分に、マスク製造時及び電子ビーム照射時に発生する応力が集中し、ウエハの反り、歪みが生じ、パターンの位置精度が劣化する。

【 0 0 1 6 】

EPL用マスクにおいては、高い転写精度を提供することが重要な要素の一つとなっている。

【 0 0 1 7 】

なお、本発明に関連する技術としては、特開平7-66098号公報等に関示された技術がある。

【 0 0 1 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のマスク製造方法においては、ウエハ全面でパターン密度の偏りが存在することとなり、その部分に、マスク製造時及び電子ビーム照射時に発生する応力が集中し、ウエハの反り、歪みが生じ、パターンの位置精度が劣化するという問題があった。

【 0 0 1 9 】

そこで、例えば、特開昭63-110634号公報には、X線ステッパ用マスクの製造方法について、有効パターン領域とカバー領域との双方をほぼ、同じパターン密度としてX線吸収体をのせることにより、ストレスによる吸収体パターンのちぢみまたはそり上がりを抑えることが開示されている。

【 0 0 2 0 】

この技術は、単一の一括転写領域におけるストレスの緩和という点に関しては一応の効果を奏している。

【 0 0 2 1 】

しかしながら、この発明では、複数の一括転写領域がマトリクス状に配置されているマスクの場合には、ウエハ全面におけるパターン密度の平均化には貢献せず、むしろ、ウエハ全面におけるパターン密度の偏りを大きくさせるおそれがある。

り、ウエハ全面の特定の領域に集中する応力は緩和できない。

【 0 0 2 2 】

【課題を解決するための手段】

本発明の電子ビーム転写用マスクは、一括転写領域を、半導体基板全面上でパターン密度が平均化されるように配列することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

図 1 に、本発明による電子ビーム転写用マスクの一実施形態の模式図を示した。

【 0 0 2 4 】

半導体基板となる、8 インチウエハ 1 1 上に、ある一定の大きさを持つ一括転写領域をマトリクス状 (1 2) に配列するとき、ウエハ全面においてパターン密度ができるだけ平均化されるように配列する。

【 0 0 2 5 】

例えば、パターン密度の高い領域 1 4 (斜線領域) と、パターン密度の低い領域 1 3 (白色領域) とをチェッカーフラッグのように配列する。

【 0 0 2 6 】

このように配列して、8 インチウエハ全面でのパターン密度の偏りが少なくなることにより、マスク製造時及び電子ビーム照射時における応力発生が減少し、ウエハの反り、歪みが小さくなり、パターンの位置精度の劣化が防止できる。

【 0 0 2 7 】

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を用いて詳細に説明する。

【 0 0 2 8 】

図 2 を参照すると、本発明の一実施例としての E P L (電子ビーム・プロジェクション・リソグラフィ) 用マスクの模式図が示されている。

【 0 0 2 9 】

先ず、最終的に描画したいパターンを準備したとき、それは通常、図 2 (a) に示すように、そのパターン密度は一様ではなく、偏って存在している。

【 0 0 3 0 】

ここでパターン密度が高い領域 2 1（斜線領域）、及びパターン密度の低い領域 2 2（白色領域）がそれぞれ図 2（a）のように分布しているとする。

【 0 0 3 1 】

次に、マスク上における一括転写領域が 1 mm^2 とすると、図 2（b）に示すように、描画パターンを 1 mm^2 に分割する。

【 0 0 3 2 】

最後に、 1 mm^2 の一括転写領域を半導体基板となる 8 インチシリコンウエハ 2 3 上に配列するとき、図 2（c）に示すようにウエハ全面においてパターン密度ができるだけ平均化されるように、一括転写領域を例えばチェッカーフラッグ状に配列する。

【 0 0 3 3 】

このようにして、8 インチウエハ全面でのパターン密度の偏りが少なくなることにより、マスク製造時及び電子ビーム照射時における応力発生が減少し、ウエハの反り、歪みが小さくなり、パターンの位置精度の劣化が防止できる。

【 0 0 3 4 】

また、図 3 に示すように、パターン密度の高い領域 3 1（斜線領域）と、パターン密度の低い領域 3 2（白色領域）とを異なる列（又は行）になるように一括転写領域を配列することでパターン密度を平均化することもできる。

【 0 0 3 5 】

上記実施例では、E P L（電子ビーム・プロジェクション・リソグラフィ）用マスクにおいて本発明を適用したが、これを部分一括電子ビーム露光用マスクに対して適用しても、同様の効果が得られる。

【 0 0 3 6 】

ここで、電子ビーム（Electron-Beam、略して E B という。）露光用マスクについて説明する。

【 0 0 3 7 】

電子ビーム露光は、昔は全くマスクを使わずに一筆書きのイメージで塗りつぶしていた。マスクが不要なので、マスク費用がゼロで済む。また、マスクパター

ンの一部を急ぎよ変更したい場合に、一からマスクを作成し直す必要がない、等の利点がある。

【0038】

しかし、EB露光はスループットが低く、これが量産適用への道を阻害している。

【0039】

そこで、最近電子ビーム露光でもマスクを使い始め、スループットを向上しようとしている。EB露光に用いられるマスクは大きく分けて、ステンシルマスクとメンブレンマスクに分けられる。

【0040】

ステンシルマスクとその作製方法は、例えば特開平5-216216号公報に記載されている。ステンシルマスクとは開口部（物質がなにもない）を有するマスクであり、開口部を電子が通過し、開口していない部分は電子が散乱され通過しない。通常は、シリコンウエハに化学ガスを用いたドライエッチング方で穴をあけてパターンを形成している。ステンシルマスクの長所はコントラストが高いことである。開口部は物質がないので電子は散乱されずに通過し、開口していない部分はシリコンがある一定の厚みをもって存在しているのでほとんどの電子は通過しない（ほんの少しは通過する）。しかし、開口でパターンを形成するのでドーナツパターン等は中のパターンが落ちてしまうので作製できない。

【0041】

一方、メンブレンマスクは、例えば特願平5-62888号等において記載されている。メンブレンマスクは、電子透過膜の上に電子散乱膜を成膜して、電子散乱膜のみパターンニングして作製する。電子散乱膜が残っている部分は電子を通さず、電子散乱膜が存在しない部分（すなわち、電子透過膜のみ存在する部分）は電子を透過させる。

【0042】

しかし、いくら電子透過膜といっても、いくらかの電子は散乱してしまうため、ステンシルマスクほどコントラストは高くない。ただし、電子透過膜の上に電子散乱体に乗っかっているため、ドーナツパターンも落下することなく形成でき

る。

【 0 0 4 3 】

このメンブレンマスクはX線リソグラフィ用マスクで開発されたものが、そのままEBリソグラフィ用マスクとしても使えるため、利用しているのが現状である。すなわち、X線リソグラフィ用マスクとして用いられるメンブレンマスクの多くは、そのまま電子リソグラフィ用マスクとしても使える。X線散乱体は基本的に電子を散乱し、X線透過体は基本的に電子を透過させる。一般的には、シリコン窒化膜を電子透過体、その上に乗せるタングステンやクロムなどの重金属を電子散乱体としてマスクを作製する。

【 0 0 4 4 】

なお、EBリソグラフィの業界では、マスクといえばステンシルマスクをさすことが多い。マスクのことをアパチャやレチクルと呼んだりもする。コントラストを稼ぐために開口しているマスクが有利だからである。

【 0 0 4 5 】

しかし近年大面積を一括露光してスルーブットを稼ぐというEPLという技術が出てきて、ここでは広い面積を一括露光しようとするので、その中にはドーナツパターンが入ってくるので、ドーナツパターンも形成できるメンブレンマスクを適用しようとする動きがある。ステンシルマスクでもドーナツパターンを2つに分割してマスク2枚で転写露光すればドーナツパターンを形成できる。

【 0 0 4 6 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ウエハ全面でのパターン密度の偏りが少なくなることにより、マスク製造時及び電子ビーム照射時における応力発生が減少し、ウエハの反り、歪みが小さくなり、パターンの位置精度の劣化が防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による電子ビーム転写用マスクの一実施形態の模式図である。

【図2】

本発明の一実施例のE P L（電子ビーム・プロジェクション・リソグラフィ）用マスクの模式図である。

【図 3】

本発明の他の実施例のE P L用マスクの模式図である。

【図 4】

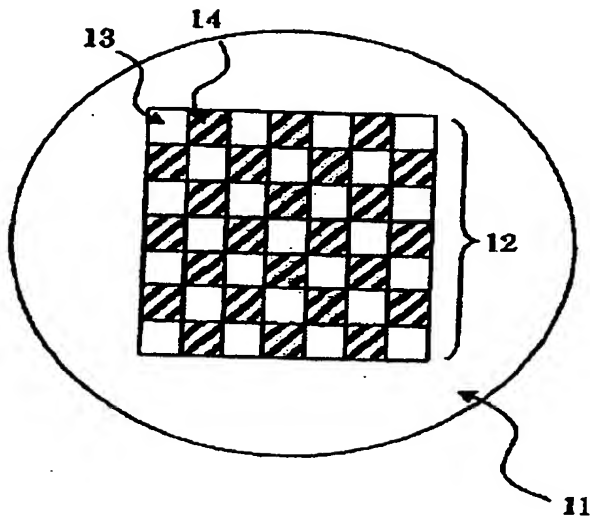
従来のE P L用マスクの模式図である。

【符号の説明】

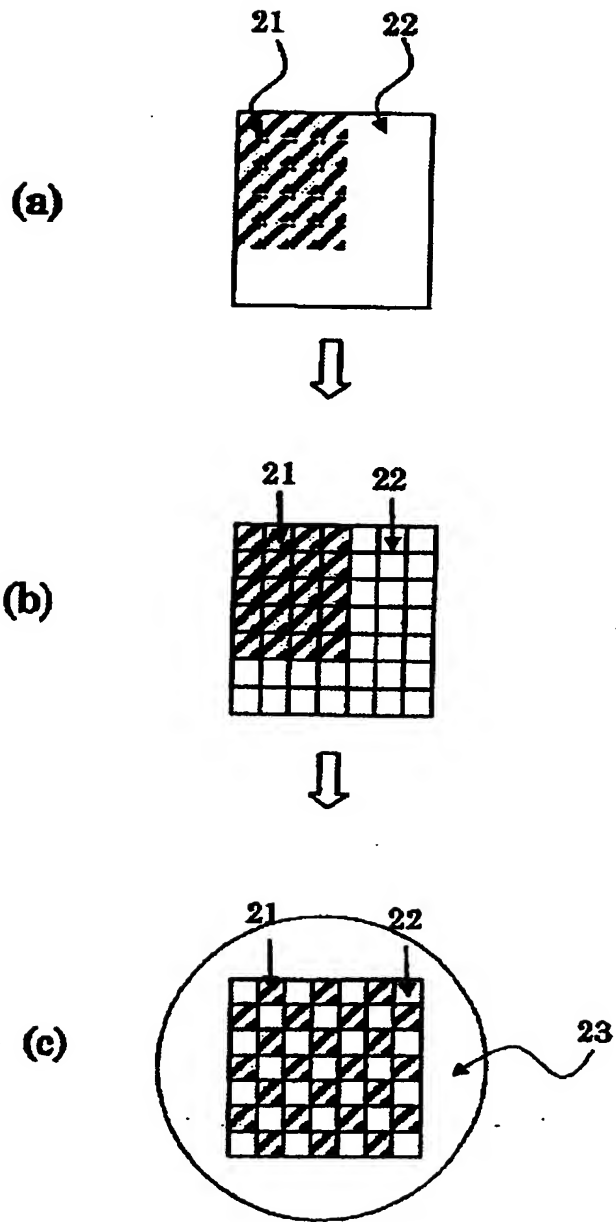
- 1 1 ウエハ
- 1 2 マトリクス状に配置された一括転写領域
- 1 4 パターン密度の高い領域
- 1 3 パターン密度の低い領域
- 2 1, 3 1 パターン密度が高い領域
- 2 2, 3 2 パターン密度の低い領域
- 2 3, 3 3 シリコンウエハ

【書類名】 図面

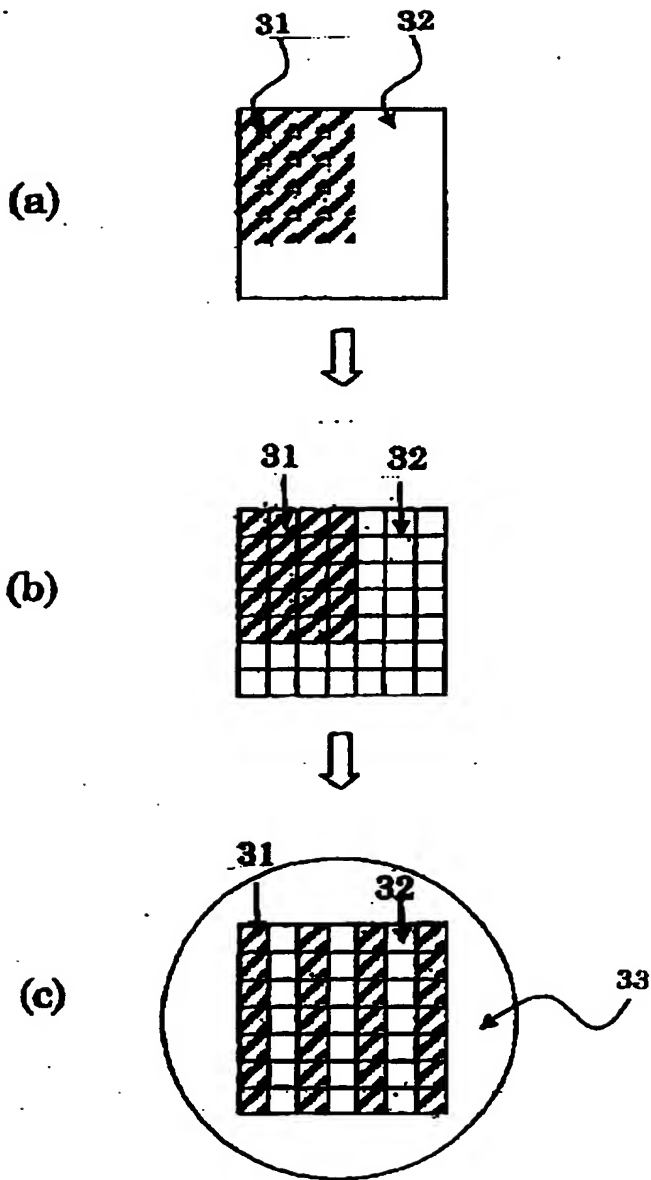
【図 1】



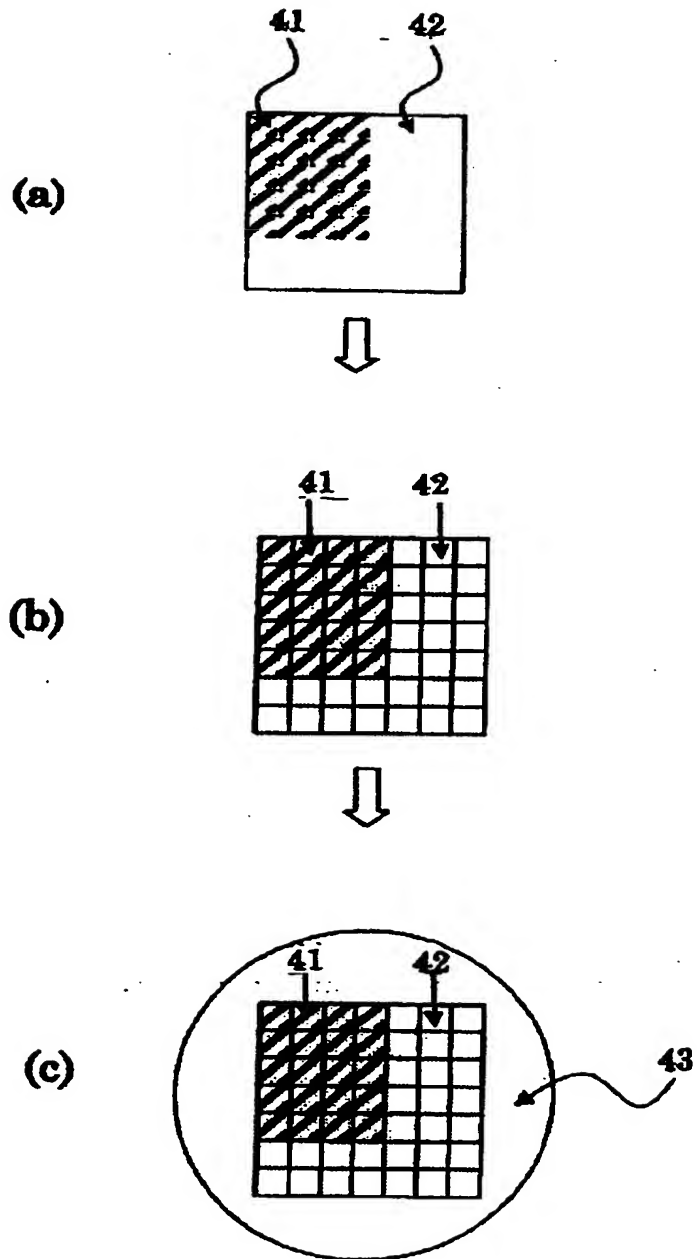
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウエハの反り、歪みを小さくし、パターンの位置精度の劣化を防止する。

【解決手段】 電子ビーム転写用マスクの一括転写領域 1 3, 1 4 を、ウエハ全面上でパターン密度が平均化されるように配列する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名 日本電気株式会社